

EFEKTIVITAS BERBAGAI MEDIA TANAM UNTUK MENGURANGI KARBON ORGANIK TOTAL PADA SISTEM AKUAPONIK DENGAN TANAMAN SELADA

Muhamad Rakhman Firdaus, Zahidah Hasan, Iwang Gumilar dan Ujang Subhan
Universitas Padjadjaran

Abstrak

Akuaponik adalah konsep pengembangan bio-integrated farming system, yaitu suatu rangkaian teknologi yang memadukan antara teknik budidaya perikanan dan teknik pertanian hidroponik. Air dari proses budidaya ikan yang masuk ke dalam wadah pemeliharaan tanaman akan digunakan kembali sebagai sumber air pada proses budidaya ikan. Air tersebut mengandung banyak bahan organik sehingga perlu diperhatikan dalam pengelolaan kualitas air budidaya. Karbon merupakan penyusun utama bahan organik. Bahan organik tersebut dapat diukur menggunakan pendekatan uji karbon organik total. Penelitian ini dilakukan di Greenhouse, Komplek Kolam Percobaan Ciparanje, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran, Jatinangor selama empat minggu. Percobaan dilakukan untuk menetapkan efisiensi media tanam terbaik dalam menurunkan konsentrasi karbon organik total di media air budidaya dan membuat pertumbuhan tanaman selada lebih baik. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimental dengan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari empat perlakuan dan empat kelompok. Media tanam yang diuji adalah batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 3:1, batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 1:3, seluruhnya batu apung, serta seluruhnya arang sekam. Pengamatan dilakukan pada minggu ke-0, 1, 2, 3 dan 4 selama empat minggu. Parameter yang diamati meliputi konsentrasi karbon organik total, amonia total, oksigen terlarut, pH, suhu, tinggi tanaman dan bobotnya, serta panjang ikan dan bobotnya. Hasil penelitian disimpulkan bahwa media tanam seluruhnya arang sekam memberikan hasil penurunan karbon organik total yang lebih baik dibandingkan seluruhnya batu apung hingga minggu kedua penelitian dan media tanam ini perlu diganti setiap dua atau tiga minggu sekali sejak penyemaian untuk mendapatkan produktivitas tanaman yang tinggi. Media tanam seluruhnya arang sekam memberikan pertambahan tinggi dan bobot selada terbaik yaitu masing-masing sebesar 18,6 cm dan 115,2 gram.

Kata kunci: Amonia, ikan, karbon, media tanam.

Abstract

Aquaponic is the concept of the development of the bio-integrated farming systems, which is a series of technology that combines the techniques of aquaculture and hydroponics farming techniques. The water from the fish farming process that goes into a container of plant maintenance will be reused as water sources in the process of fish farming. The water contains a lot of organic material so that it should be observe in the management of aquaculture water quality. Carbon is the main constituent of organic materials. The organic material can be measured by using total organic carbon test method. This research was conducted in a Greenhouse at the Outdoor Experimental Ponds Ciparanje, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, University of Padjadjaran, Jatinangor for four weeks. An experiment was conducted to determine the best growing media efficiency in lowering the total organic carbon concentrations in aquatic media of the cultivation and make the growth of lettuce plant more better. Methods used is a experimental methods with a randomized block design that consists of four experimental groups and four control groups. The growing medium being tested is a pumice stone and husk charcoal 3:1 by comparison, pumice stone and husk charcoal 1:3 by comparison, pumice only and husk charcoal only. The observation is done at week 0, 1, 2, 3 and 4 for four weeks. The observed parameters includes total of organic carbon concentrations, total of ammonia, dissolved oxygen, pH, temperature, plant height and weight, and the length and weight of the fish. Results of the study was concluded that the growing medium of husk charcoal only shows a decrease in the total organic carbon better than pumice stone only, until the second week of the research. These growing media need to be replaced every two or three weeks from the first seeding to obtain high crop productivity. The growing medium of husk charcoal only shows increase in height and weight of the lettuce which is 18.6 cm and 115.2 gr.

Keywords: Ammonia, carbon, fish, planting media.

PENDAHULUAN

Budidaya ikan adalah berbagai cara pemeliharaan ikan dengan tujuan untuk memperbanyak dan memperoleh keuntungan secara ekonomi (Rukmana 1997). Ikan nila termasuk komoditas unggulan dan sering dibudidayakan oleh masyarakat. Produksi ikan nila dari Tahun 2010 hingga Tahun 2013 mengalami peningkatan yang cukup signifikan dengan rata-rata kenaikan 34,85% (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya 2014). Masalah yang sering dihadapi pembudidaya adalah terbatasnya lahan budidaya dan terus bertambahnya jumlah penduduk sehingga belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan ikan.

Dengan semakin bertambahnya jumlah penduduk dan keterbatasan lahan budidaya maka dibutuhkan suatu teknologi budidaya ikan pada lahan yang terbatas dan produktivitas tinggi untuk memenuhi kebutuhan pangan (Gusrina 2008). Salah satu solusi yang dapat ditawarkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah melakukan budidaya ikan dengan sistem akuaponik.

Teknologi akuaponik merupakan gabungan teknologi akuakultur dengan teknologi hidroponik dalam satu sistem untuk mengoptimalkan fungsi air dan ruang sebagai media pemeliharaan. Prinsip dasar yang bermanfaat bagi budidaya perairan adalah sisa pakan dan kotoran ikan yang berpotensi memperburuk kualitas air, akan dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman air (Nugraha 2012).

Ikan merupakan salah satu jenis organisme air sumber pangan bagi manusia yang banyak mengandung protein. Agar dapat dibudidayakan dalam waktu yang relatif tidak terlalu lama maka dalam proses pembudidayanya selain menggunakan pakan alami juga memberikan pakan buatan. Pakan buatan yang diberikan pada ikan harus mengandung zat gizi yang sesuai dengan kebutuhan ikan tersebut. Saat ini dengan semakin meningkatnya ilmu pengetahuan tentang nutrisi ikan maka pabrik pakan buatan ikan menyusun formulasi pakan sesuai dengan kebutuhan gizi setiap jenis ikan yang akan dibudidayakan. Nutrien yang harus terdapat pada pakan ikan yaitu protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral (Gusrina 2008).

Nutrien tersebut merupakan bahan organik yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan kualitas air budidaya (Effendi 2003). Tingginya bahan organik dalam media air budidaya dapat menjadi sumber penyakit yang akan berpengaruh terhadap kesehatan ikan yang dibudidayakan. Menurut Afrianto dkk. (2015) bahwa bakteri patogen hidup di bahan organik yang telah mati seperti tanaman, hewan, dan kotoran (feses) seperti *Aeromonas hydrophilia*, *Pseudomonas* dan *Vibrio* serta populasinya akan meningkat jika konsentrasi bahan organik di media budidaya meningkat. Bahan organik ini selanjutnya akan dirombak melalui proses oksidasi secara aerob maupun anaerob. Produk akhir dari dekomposisi atau oksidasi bahan organik pada kondisi aerob adalah senyawa-senyawa stabil; sedangkan produk akhir dari dekomposisi pada kondisi anaerob selain karbondioksida dan air juga berupa senyawa-senyawa yang tidak stabil dan bersifat toksik seperti amonia, metana dan hidrogen sulfida (Effendi 2003). Kondisi ini dapat menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam air media budidaya menurun secara drastis karena digunakan untuk mendekomposisi bahan organik sehingga perlu dilakukan pencegahan. Dengan mengintegrasikan tanaman dengan kolam pemeliharaan ikan dapat mengurangi kandungan bahan organik. Mikroba pendekomposisi bahan organik dapat menjadikan media tanam tempat tumbuhnya tanaman sebagai substrat media hidupnya.

Penentuan masing-masing bahan organik tersebut cukup sulit karena sangat kompleks. Oleh karena itu ditentukan kandungan bahan organik menggunakan metode uji Karbon Organik Total karena penyusun utama dari bahan organik adalah karbon selain itu karbon merupakan elemen/unsur yang melimpah pada semua makhluk hidup. Pada penentuan nilai KOT, bahan organik dioksidasi menjadi karbondioksida yang diukur dengan *non-dispersive infrared analyzer*. Pengukuran KOT relatif lebih cepat daripada pengukuran BOD dan COD (Effendi 2003). Agar keberadaan bahan organik dalam kolam budidaya ikan tidak melebihi ambang batas maka perlu diketahui media tanam yang tepat untuk mengurangi bahan organik. Media tanam yang dapat digunakan yaitu arang sekam dan batu apung.

Arang sekam merupakan media yang baik dalam mengikat larutan nutrisi sehingga berpengaruh pada ketersediaan hara dalam media. Ketersediaan hara yang rendah akan menghambat proses fisiologis tanaman (Junita dkk. 2002) sedangkan media tanam batu apung dapat memengaruhi proses nitrifikasi karena bakteri nitrifikasi menggunakannya sebagai substrat untuk tempat hidupnya (Rakocy *et al.* 2005). Merujuk pada hal tersebut maka perlu dilakukan studi tentang peran media tanam dalam penurunan karbon organik total pada sistem akuaponik.

Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan media tanam terbaik dalam menurunkan konsentrasi karbon organik total di media air budidaya dan untuk mendapatkan pertumbuhan tanaman selada yang lebih baik.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 8 Mei 2017 sampai dengan 5 Juni 2017 selama 28 hari, bertempat di Greenhouse Komplek Kolam Percobaan Ciparanje, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran, Jatinangor.

Penelitian dilakukan secara *insitu* dan *exsitu*. Secara *insitu* dilakukan di *greenhouse* yaitu pengukuran kualitas air media budidaya sistem akuaponik berupa suhu, oksigen terlarut (DO), dan pH serta pengamatan ikan berupa bobot dan panjang tubuh sedangkan tanaman selada diukur tinggi dan bobotnya. Secara *exsitu* berupa pengamatan kandungan amonia dan karbon organik terlarut pada sampel air yang dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (PPSDAL LPPM UNPAD).

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: bak fiber, pompa air, aerator, gelas plastik, penggaris, DO meter, pH meter, spektrofotometer, KOT meter, termometer, *coolbox*, pipa dan timbangan.

Bahan yang digunakan selama penelitian adalah tanaman selada berumur tujuh hari, arang sekam, batu apung, *rockwool*, ikan nila berukuran 3-5 cm dengan padat tebar 133 ekor sesuai SNI 01-6139-1999 dan pakan yang diberikan sebanyak 4% dari biomassa selama 2 kali sehari.

Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yaitu melakukan uji coba penggunaan dua media tanam dengan perlakuan yang berbeda. Perlakuan terdiri dari empat perlakuan dengan empat kali ulangan (Lampiran 4). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan yang digunakan meliputi:

Perlakuan A: batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 3:1

Perlakuan B: batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 1:3

Perlakuan C: seluruhnya batu apung

Perlakuan D: seluruhnya arang sekam

Prosedur penelitian dibagi menjadi tiga tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahap pengamatan. Tahap persiapan meliputi persiapan wadah tanam, pembuatan rangka, penebaran ikan dan penyemaian tanaman uji. Persiapan wadah tanam yaitu pipa dengan diameter 4 inch dan panjang 4 meter diberi lubang sebagai tempat meletakkan wadah tanam sepanjang pipa sebanyak 19 lubang. Jarak antar lubang sepanjang 20 cm sedangkan diameter lubang tanamnya adalah 7,5 cm. Pembuatan rangka yaitu besi siku dipotong-potong menggunakan hingga membentuk rangka persegi panjang dengan panjang 3 meter, lebar 1 meter, dan tinggi 2 meter. ikan nila yang telah dipersiapkan di aklimatisasi dahulu dalam bak pemeliharaan agar ikan dapat menyesuaikan dengan kondisi air yang ada. Jika rangka telah siap maka tinggal dilakukan penyemaian selada selama tujuh hari sebelum penelitian dilakukan.

Tahap pelaksanaan meliputi penanaman tanaman uji, penyatuan rangka dengan bak, pemeliharaan dan pengecekan. Penanaman tanaman uji yaitu memindahkan tanaman hasil penyemaian berumur 7 hari kedalam wadah tanam pada pipa pemelihara tanaman. Penyatuan rangka dengan bak yaitu bak pemeliharaan ikan disatukan dengan pipa pemelihara tanaman yang telah ditanam selada. Pemeliharaan dilakukan selama 28 hari sedangkan jika ada ikan atau tanaman yang mati langsung diganti dengan ikan atau tanaman stok.

Tahap pengamatan meliputi kualitas air, tanaman dan ikan. Pengamatan kualitas air dilakukan satu minggu sekali untuk mengetahui pengaruh perbedaan media tanam terhadap kandungan Karbon Organik Total. Adapun parameter kualitas air yang diamati yaitu pH, suhu, oksigen terlarut, amonia dan karbon organik total. Sampel air pada pipa penyalur air di rangka penyangga tanaman diambil dari keran yang terdapat di ujung-ujung outletnya. Parameter pH, suhu dan oksigen terlarut diukur langsung di tempat penelitian menggunakan pH meter, termometer dan DO meter sedangkan amonia dan total organik karbon diuji di laboratorium menggunakan spektrofotometer dan KOT meter.

Pengamatan terhadap tanaman dilakukan setiap satu minggu sekali dengan mengukur tinggi dan bobot tanaman. Tinggi tanaman diukur menggunakan penggaris dengan cara menegakkan posisi tanaman kemudian diukur dari permukaan media tanam hingga ujung daun sedangkan bobot tanaman diukur dengan menimbang seluruh tanaman dari setiap perlakuan. Penimbangan bobot tanaman hanya dilakukan di awal penelitian sebelum tanaman dipindahkan ke sistem akuaponik dan di akhir penelitian saat pemanenan.

Ikan diamati selama penelitian dengan mengukur panjang total dan menimbang bobot ikan. Pengamatan dilakukan setiap satu minggu sekali. Pengukuran panjang dilakukan dengan menggunakan penggaris sedangkan penimbangan bobot ikan digunakan timbangan analitis.

Data yang didapat dari hasil penelitian kemudian diolah dalam tabel analisis ragam (ANOVA) dan diuji dengan uji F pada taraf kepercayaan 95%. Hasil uji F yang berbeda nyata kemudian dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Data hasil perhitungan kemudian disajikan dalam bentuk grafik dan tabel.

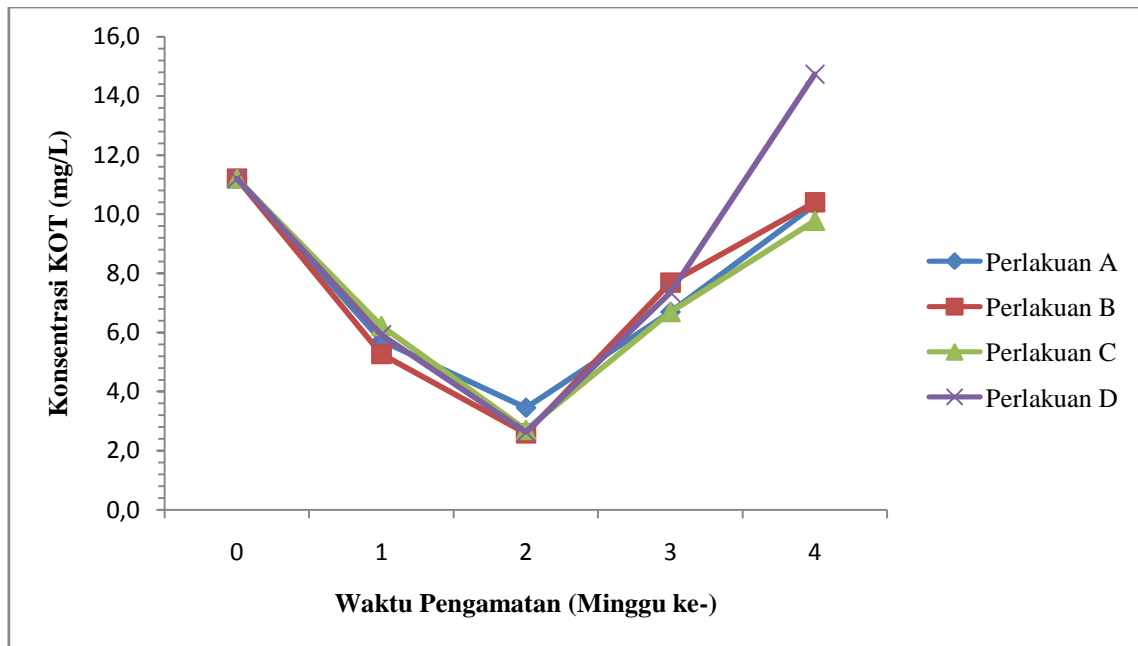
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karbon Organik Total

Karbon Organik Total (KOT) merupakan bentuk karbon organik yang berasal dari tumbuhan atau biota akuatik, baik yang hidup atau mati dan menjadi detritus; maupun karbon yang terdapat pada bahan organik yang berasal dari limbah industri dan domestik (Effendi 2003). Berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi KOT yang diperoleh berkisar antara 2,7 – 14,7 mg/L.

Karbon Organik Total ini menggambarkan konsentrasi bahan organik dalam perairan dan mikroba memanfaatkannya sebagai sumber bahan makanan dari suatu rangkaian reaksi biokimia yang kompleks pada proses dekomposisi bahan organik (Effendi 2003). Konsentrasi KOT pada seluruh perlakuan mengalami penurunan dari minggu ke-0 hingga minggu ke-2 kemudian meningkat kembali dari minggu ke-2 ke minggu ke-4 (Gambar 1). Pada minggu ke-4, konsentrasi tertinggi diperoleh pada perlakuan D sekam sedangkan pada konsentrasi terendah diperoleh pada perlakuan C. Konsentrasi KOT pada perlakuan A dan perlakuan B memiliki nilai yang tidak jauh berbeda yaitu masing-masing sebesar 10,3 mg/L dan 10,4 mg/L. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa semakin banyak komposisi arang sekam dalam media tanam maka konsentrasi KOT yang diperoleh semakin tinggi sedangkan semakin banyak komposisi batu apung dalam media tanam maka konsentrasi KOT yang diperoleh lebih rendah. Konsentrasi KOT selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan uji BNJ dengan taraf 5% memperlihatkan bahwa penggunaan seluruhnya arang sekam sebagai media tanam memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap penurunan KOT dibandingkan ketiga perlakuan lainnya, kemudian penggunaan batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 3:1, batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 1:3 serta seluruhnya batu apung sebagai media tanam memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap penurunan KOT (Tabel 1). Penurunan KOT pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Konsentrasi KOT Selama Penelitian

Tabel1. Penurunan KOT Setiap Perlakuan

Perlakuan	KOT (mg/L)
A (batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 3:1)	0,9 ± 0,97 b
B (batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 1:3)	0,8 ± 0,29 b
C (seluruhnya batu apung)	1,4 ± 0,50 b
D (seluruhnya arang sekam)	-3,5 ± 0,33 a

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang tidak sama berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur pada taraf kepercayaan 95%

Pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa penggunaan media tanam seluruhnya batu apung menghasilkan penurunan KOT tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu sebesar 1,4 mg/L sedangkan perolehan penurunan KOT terendah terdapat pada penggunaan media tanam seluruhnya arang sekam yaitu sebesar -3,5 mg/L. Pada perlakuan media tanam batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 3:1 serta batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 1:3 menghasilkan penurunan KOT yang tidak berbeda jauh yaitu masing-masing sebesar 0,9 mg/L dan 0,8 mg/L. Nilai penurunan yang ditampilkan pada Tabel 1 merupakan hasil pengurangan konsentrasi awal dengan konsentrasi akhir. Nilai negatif yang diperoleh pada perlakuan D menandakan bahwa konsentrasi awal lebih besar dari konsentrasi akhir.

Tingginya penurunan KOT pada perlakuan seluruhnya batu apung disebabkan mikroba yang berperan dalam mendekomposisi bahan organik menggunakan

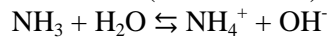
batu apung sebagai tempat hidupnya. Sedangkan rendahnya penurunan KOT pada perlakuan seluruhnya arang sekam disebabkan tingginya konsentrasi karbon pada arang sekam selain itu banyaknya arang sekam yang luruh kedalam wadah pemeliharaan tanaman turut menambah konsentrasi KOT.

Media tanam batu apung dapat memengaruhi proses nitrifikasi karena bakteri nitrifikasi menggunakannya sebagai substrat untuk tempat hidupnya (Rakocy *et al.* 2005). Dari hasil penelitian Agustin dkk. (2014) menyatakan arang sekam mengandung konsentrasi karbon yang tinggi karena arang sekam padi sudah melalui hasil pembakaran.

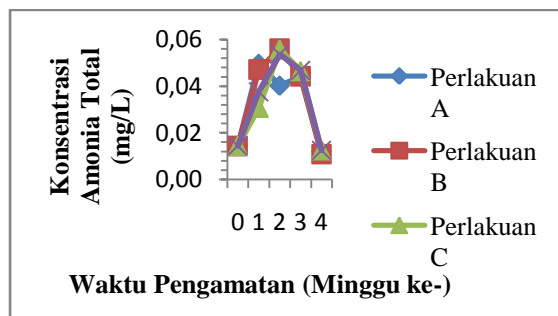
Amonia Total

Amonia yang terukur di perairan berupa amonia total (NH_3 dan NH_4^+). Amonia bebas (NH_3) yang tidak terionisasi (*unionized*) bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Di perairan alami, pada suhu dan tekanan normal amonia berada dalam bentuk gas dan

membentuk kesetimbangan dengan gas amonium. Kesetimbangan antara gas amonia dan gas amonium ditunjukkan dalam persamaan reaksi berikut (Effendi 2003):



Amonia bebas tidak dapat terionisasi, sedangkan amonium (NH_4^+) dapat terionisasi. Amonia bebas (NH_3) yang tidak terionisasi (*unionized*) bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Konsentrasi amonia yang tinggi dapat menjadi indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri, dan limpasan (*run-off*) pupuk pertanian (Effendi 2003).



Gambar 2. Konsentrasi Amonia Total Selama Periode Pengamatan

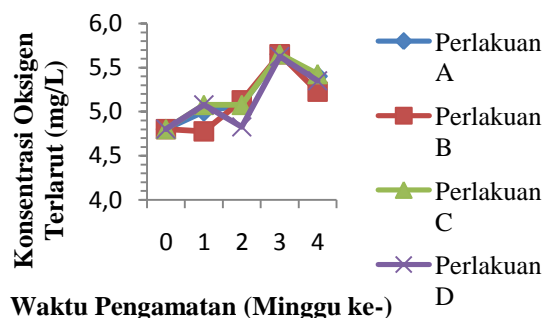
Konsentrasi amonia total yang diperoleh dari hasil penelitian berkisar antara 0,01 – 0,06 mg/L dengan konsentrasi terendah pada perlakuan C di minggu ke-4 sedangkan konsentrasi tertinggi diperoleh pada perlakuan B di minggu ke-2. Konsentrasi amonia total selama penelitian disajikan pada Gambar 2.

Pada minggu ke-0 hingga minggu pertama terjadi peningkatan konsentrasi amonia total di seluruh perlakuan. Perlakuan A dan B mengalami peningkatan yang lebih tinggi dari perlakuan C dan D. Pada minggu ke-1 hingga minggu ke-2 perlakuan B, C dan D mengalami peningkatan konsentrasi amonia total sedangkan perlakuan A mengalami penurunan. Pada minggu ke-2 hingga minggu konsentrasi amonia total di perlakuan B, C dan D mengalami penurunan sedangkan di perlakuan A mengalami sedikit kenaikan. Dari minggu ke-3 hingga minggu ke-4 seluruh perlakuan mengalami penurunan. Seluruh media tanam pada masing-masing perlakuan memiliki kemampuan menurunkan konsentrasi amonia total sehingga dapat digunakan sebagai media tanam dalam sistem akuaponik. Berdasarkan hasil pengukuran terlihat bahwa

konsentrasi amonia total dari minggu ke-0 hingga minggu ke-2 belum stabil namun dari minggu ke-3 hingga minggu ke-4 konsentrasi amonia mulai stabil karena memiliki nilai yang tidak berbeda jauh pada masing-masing perlakuan.

Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*)

Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya, maka segala aktivitas biota akan terhambat (Kordi dan Tancung). Konsentrasi oksigen terlarut selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Konsentrasi Oksigen Terlarut Selama Periode Pengamatan

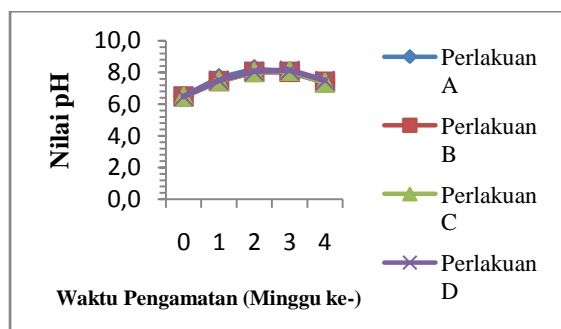
Konsentrasi oksigen terlarut yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 4,8 – 5,7 mg/L. Konsentrasi oksigen terlarut selama penelitian masih dalam kisaran yang memenuhi kebutuhan oksigen terlarut ikan nila. Menurut SNI 01-6138-1999, kandungan oksigen terlarut yang dibutuhkan ikan nila minimal sebesar 5 mg/L.

Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH menyatakan konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam larutan mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air. Ion hidrogen (H^+) adalah jumlah ion hidrogen dalam mol per liter larutan. Kemampuan air untuk mengikat atau melepaskan sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah larutan tersebut bersifat asam atau basa. Dalam air yang bersih, jumlah konsentrasi ion H^+ dan OH^- berada dalam keseimbangan atau dikenal dengan $\text{pH} = 7$ (Indriyanto dan Saepullah 2015). Nilai pH yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 6,5 – 8,2 dengan nilai pH terendah terdapat pada seluruh perlakuan di minggu ke-0 sedangkan nilai pH

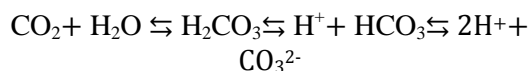
tertinggi terdapat pada perlakuan A di minggu ke-2.

Nilai pH dari minggu ke-0 hingga minggu ke-2 terus meningkat pada seluruh perlakuan. Semakin tinggi konsentrasi ion hidrogen (H^+) maka semakin masam media tanam tersebut demikian sebaliknya. Jika konsentrasi ion H^+ sama dengan konsentrasi ion OH^- maka media tanam tersebut memiliki pH yang netral.



Gambar 4. Nilai pH Selama Periode Pengamatan

Meningkatnya nilai pH juga dapat disebabkan oleh konsentrasi karbondioksida dalam perairan. Perairan dengan segala aktivitas fotosintesis dan respirasi organisme yang hidup di dalamnya membentuk reaksi berantai karbonat-karbonat sebagai berikut (Kordi dan Tancung 2007):



Semakin banyak CO_2 yang dihasilkan dari hasil respirasi, reaksi bergerak ke kanan dan secara bertahap melepaskan ion H^+ yang menyebabkan pH air turun. Reaksi sebaliknya terjadi dengan aktivitas fotosintesis yang membutuhkan banyak ion CO_2 , menyebabkan pH air naik (Kordi dan Tancung 2007). Nilai pH selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.

Pada minggu ke-2 hingga minggu ke-3 nilai pH cenderung stabil di seluruh perlakuan dan tidak terjadi kenaikan maupun penurunan yang signifikan. Pada minggu ke-3 hingga minggu ke-4 terdapat penurunan nilai pH yang terjadi di seluruh perlakuan (Gambar 4). Perairan asam akan kurang produktif dan dapat membunuh organisme akuatik. Pada pH rendah (keasaman tinggi), kandungan oksigen terlarut akan berkurang, sebagai akibatnya

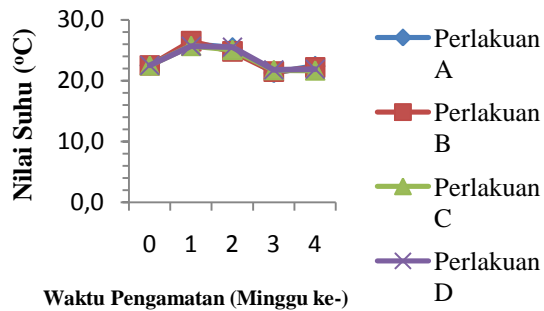
konsumsi oksigen menurun, aktivitas naik dan selera makan berkurang. Usaha budidaya perairan akan berhasil baik dengan pH 6,5-9,0 dan kisaran optimal adalah pH 7,5-8,7 (Indriyanto dan Saepullah 2015).

Suhu

Suhu merupakan faktor fisik yang sangat penting dalam kualitas air, karena bersama-sama dengan zat/unsur yang terkandung didalamnya akan menentukan massa jenis air, dan bersama-sama dengan tekanan dapat digunakan untuk menentukan densitas air (Indriyanto dan Saepullah 2015). Berdasarkan pengukuran secara insitu, suhu yang diperoleh berkisar antara 21,3 – 26,5 °C (Gambar 13) dengan suhu terendah diperoleh pada perlakuan A di minggu ke-3 sebesar 21,3 °C sedangkan suhu tertinggi diperoleh pada perlakuan B di minggu ke-1 sebesar 26,5 °C. Nilai suhu yang diperoleh dari setiap pengukurannya memiliki nilai yang tidak jauh berbeda pada masing-masing perlakuan. Kisaran suhu yang optimal untuk pemeliharaan ikan nila sesuai dengan SNI 01-6138-1999 adalah antara 25 °C – 30 °C.

Terjadi kenaikan suhu dari minggu ke-0 hingga minggu ke-1. Hal ini disebabkan intensitas cahaya matahari yang tinggi. Kenaikan suhu tidak sampai 10 °C sehingga masih aman untuk ikan yang dipelihara. Effendi (2003) menyatakan peningkatan suhu perairan sebesar 10 °C akan menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2 – 3 kali lipat. Jika terjadi peningkatan suhu maka akan menurunkan konsentrasi oksigen terlarut dan pada batas tertentu tidak dapat memenuhi kebutuhan oksigen untuk proses metabolisme serta respirasi. Selain itu adanya peningkatan suhu pun dapat menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba.

Pada minggu ke-1 hingga minggu ke-3 terjadi penurunan suhu air. Hal ini disebabkan ketika penelitian berlangsung sedang terjadi musim hujan. Suhu air pada suatu perairan dapat dipengaruhi oleh musim, lintang (latitude), ketinggian dari permukaan laut (altitude), waktu dalam satu hari, penutupan awan, aliran dan kedalaman air (Gusrina 2008). Nilai suhu selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Nilai Suhu Selama Periode Pengamatan

Pada minggu ke-3 hingga minggu ke-4 suhu meningkat kembali namun tidak terlalu signifikan. Kenaikan suhu ini dapat memengaruhi kecepatan pertumbuhan maupun sifat dan struktur tanaman selain itu dapat berpengaruh terhadap laju serapan hara. Dimana laju serapan hara akan meningkat seiring peningkatan suhu selain itu enzim-enzim yang bekerja dalam proses fotosintesis hanya dapat bekerja pada suhu optimalnya. Umumnya laju fotosintesis meningkat seiring dengan meningkatnya suhu hingga batas toleransi enzim. Energi dari hasil fotosintesis akan digunakan untuk menjalankan proses respirasi (Hanum 2008).

Tinggi Tanaman

Pertumbuhan merupakan hasil interaksi antara faktor dalam dan luar serta merupakan proses yang irreversibel artinya tidak dapat balik (Hanum 2008). Tinggi tanaman pada masing-masing perlakuan terus bertambah setiap minggunya. Kisaran tinggi tanaman dari minggu ke-1 sampai minggu ke-4 adalah 8,5 – 23,2 cm di seluruh perlakuan. Tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan D

sebesar 23,2 cm sedangkan tinggi tanaman terendah diperoleh pada perlakuan C sebesar 18,1 cm. Pada Gambar 6 terlihat bahwa semakin banyak komposisi arang sekam dalam perlakuan maka tinggi tanaman yang diperoleh semakin tinggi. Tingginya tanaman selada pada perlakuan D dengan media tanam seluruhnya arang sekam disebabkan arang sekam memiliki kemampuan yang baik dalam mengikat unsur hara sehingga mendukung pertumbuhan tanaman.

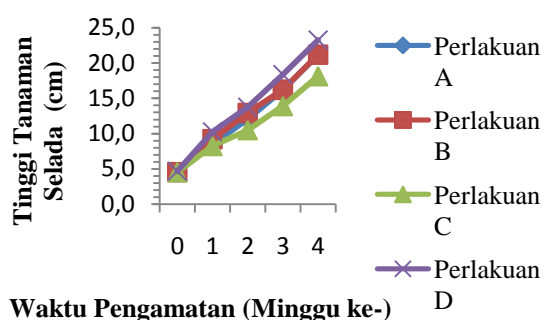
Arang sekam merupakan media yang baik dalam mengikat larutan nutrisi sehingga berpengaruh pada ketersediaan hara dalam media (Junita dkk. 2002). Hara dan air memegang peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Salah satu fungsi dari kedua bahan ini adalah sebagai bahan pembangun tubuh makhluk hidup. Bahan baku pada proses fotosintesis adalah hara dan air yang nantinya akan diubah tanaman menjadi makanan. Tanpa kedua bahan ini pertumbuhan tidak akan berlangsung. Hara dan air umumnya diambil tanaman dari dalam tanah dalam bentuk ion (Hanum 2008). Rosliani dkk. (2014) menyatakan media tumbuh dengan porositas yang tinggi seperti arang sekam dapat mempermudah perkecambahan biji. Semakin tinggi porositas media tanam maka semakin tinggi daya tumbuh tanaman.

Semakin tinggi tanaman maka pertumbuhan dan perkembangan tanaman pun akan semakin baik karena semakin tinggi tanaman maka semakin banyak pula daun yang terbentuk. Pada daun tersebut terjadi proses fotosintesis dimana hasil fotosintesisnya akan dimanfaatkan tanaman untuk pertumbuhannya. Pertumbuhan tinggi tanaman selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 2. Pertambahan Tinggi Selada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Tinggi Selada (cm)
A (batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 3:1)	16,7 ± 0,81 a
B (batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 1:3)	16,6 ± 2,85 a
C (seluruhnya batu apung)	13,6 ± 1,57 a
D (seluruhnya arang sekam)	18,6 ± 1,07 b

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang tidak sama berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur pada taraf kepercayaan 95%



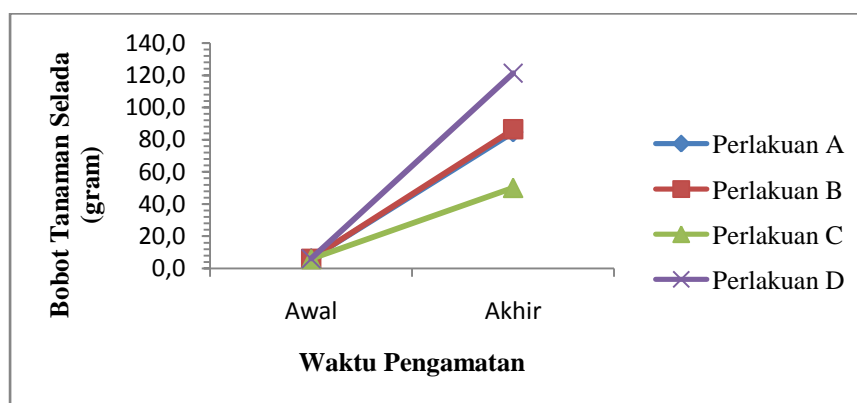
Gambar 6. Pertumbuhan Tinggi Tanaman Selama Periode Pengamatan

Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan uji BNJ dengan taraf 5% memperlihatkan bahwa penggunaan seluruhnya arang sekam sebagai media tanam memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertambahan tinggi selada dibandingkan ketiga perlakuan lainnya, kemudian penggunaan batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 3:1, batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 1:3 serta seluruhnya batu apung sebagai media tanam memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap pertambahan tinggi selada (Tabel 2). Pertambahan tinggi tanaman selada disajikan pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa penggunaan media tanam seluruhnya arang sekam menghasilkan pertambahan tinggi tanaman tertinggi yaitu sebesar 18,6 cm sedangkan pertambahan tinggi terendah diperoleh pada tanaman dengan media tanam seluruhnya batu apung yaitu sebesar 13,6 cm. Tanaman selada pada media tanam batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 3:1 menghasilkan pertambahan tinggi tanaman selada yang tidak berbeda jauh dengan tanaman pada media tanam batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 1:3 yaitu masing-masing sebesar 16,7 cm dan 16,6 cm.

Bobot Tanaman

Bobot tanaman merupakan gabungan dari perkembangan dan pertambahan jaringan tanaman seperti jumlah daun, luas daun dan tinggi tanaman yang dipengaruhi oleh kadar air dan kandungan unsur hara yang ada di dalam sel-sel jaringan tanaman. Bobot tanaman menjadi parameter pertumbuhan dan berperan dalam menentukan kualitas hasil secara ekonomis terutama pada produk tanaman sayuran seperti selada (Manuhutu dkk. 2014). Pertumbuhan bobot tanaman selama penelitian ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pertumbuhan Bobot Tanaman Selama Periode Pengamatan

Tabel 3. Pertambahan Bobot Selada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Bobot Selada (gram)
A (batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 3:1)	78,4 ± 17,19 b
B (batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 1:3)	80,3 ± 25,22 b
C (seluruhnya batu apung)	44,2 ± 22,12 a
D (seluruhnya arang sekam)	115,2 ± 42,31 c

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang tidak sama berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur pada taraf kepercayaan 95%

Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan uji BNJ dengan taraf 5% memperlihatkan bahwa penggunaan seluruhnya arang sekam sebagai media tanam memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap bobot selada dibandingkan dengan ketiga perlakuan lainnya, kemudian penggunaan batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 3:1 serta batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 1:3 sebagai media tanam memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap pertambahan bobot selada. Pertambahan bobot selada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa penggunaan media tanam seluruhnya arang sekam menghasilkan pertambahan bobot selada terbesar dibandingkan perlakuan lainnya yaitu sebesar 115,2 gram sedangkan perolehan pertambahan bobot terkecil terdapat pada penggunaan media tanam seluruhnya batu apung yaitu sebesar 44,2 gram. Pada perlakuan media tanam batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 3:1 serta batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 1:3 menghasilkan pertambahan bobot selada yang tidak berbeda jauh yaitu masing-masing sebesar 78,4 gram dan 80,3 gram.

Berdasarkan hasil pengukuran memperlihatkan bahwa media tanam yang mengandung bahan organik tinggi menghasilkan pertumbuhan tanaman selada

paling baik. Sedangkan pada media tanam yang sedikit kandungan bahan organiknya menghasilkan pertumbuhan tanaman selada yang paling rendah. Arang sekam merupakan media tanam yang mengandung bahan organik tertinggi dibandingkan media tanam batu apung. Nilai parameter kualitas air dan pertumbuhan selada selama penelitian ditunjukkan pada Tabel 7.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa pertumbuhan tanaman selada terbaik diperoleh pada perlakuan dengan media tanam seluruhnya arang sekam. Namun penurunan konsentrasi KOT yang diperoleh menghasilkan nilai yang paling rendah bahkan bernilai negatif. Hal ini menandakan bahwa konsentrasi KOT pada akhir penelitian lebih tinggi daripada konsentrasi pada awal penelitian. Tingginya konsentrasi KOT disebabkan banyaknya arang sekam yang luruh ke tempat pemeliharaan tanaman sehingga turut menambah konsentrasi KOT yang terukur. Perlakuan dengan media tanam seluruhnya batu apung menghasilkan penurunan KOT paling tinggi dibandingkan ketiga perlakuan lainnya namun pertumbuhan seladanya paling rendah. Pada perlakuan batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 3:1 serta batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 1:3 menghasilkan nilai penurunan KOT dan pertumbuhan selada yang tidak berbeda jauh.

Tabel 4. Nilai Parameter Kualitas Air dan Pertumbuhan Selada

Perlakuan	Parameter Kualitas Air	Parameter Pertumbuhan Tanaman	
	KOT (mg/L)	Tinggi Tanaman (cm)	Bobot Tanaman (gram)
A	0,9 ± 0,97	16,7 ± 0,81	78,4 ± 17,19
B	0,8 ± 0,29	16,6 ± 2,85	80,3 ± 25,22
C	1,4 ± 0,5	13,6 ± 1,57	44,2 ± 22,12
D	-3,5 ± 0,33	18,6 ± 1,07	115,2 ± 42,31

Selada dipanen pada usia tiga minggu sejak penyemaian sehingga pada pemanenan tersebut media tanam dapat dibongkar dan diganti dengan media tanam baru. Dengan penggantian media tanam tersebut maka konsentrasi KOT dapat ditekan agar tidak meningkat kembali sehingga tidak menurunkan kualitas air media pemeliharaan ikan. Selain itu akan diperoleh pertumbuhan

selada yang baik. Maka perlakuan dengan media tanam seluruhnya arang sekam adalah perlakuan terbaik jika dipanen sesuai dengan usia pemanenannya.

Pemanenan secara destruktif yaitu mengambil seluruh bagian tanaman (Gatari dan Melati 2014). Arang sekam lebih mudah terdekomposisi karena memiliki kandungan lignin yang rendah sehingga cepat membusuk

(Agustin dkk. 2014). Penggunaan arang sekam lebih dari satu kali periode tanam dikhawatirkan dapat membawa penyakit yang bisa menular ke tanaman yang sama. Selain itu kemampuan higroskopisnya akan menurun akibat permukaannya tertutup oleh mineral, sehingga tidak dapat menyerap hara secara optimal (Kholifah dkk. 2014).

Panjang Tubuh Ikan

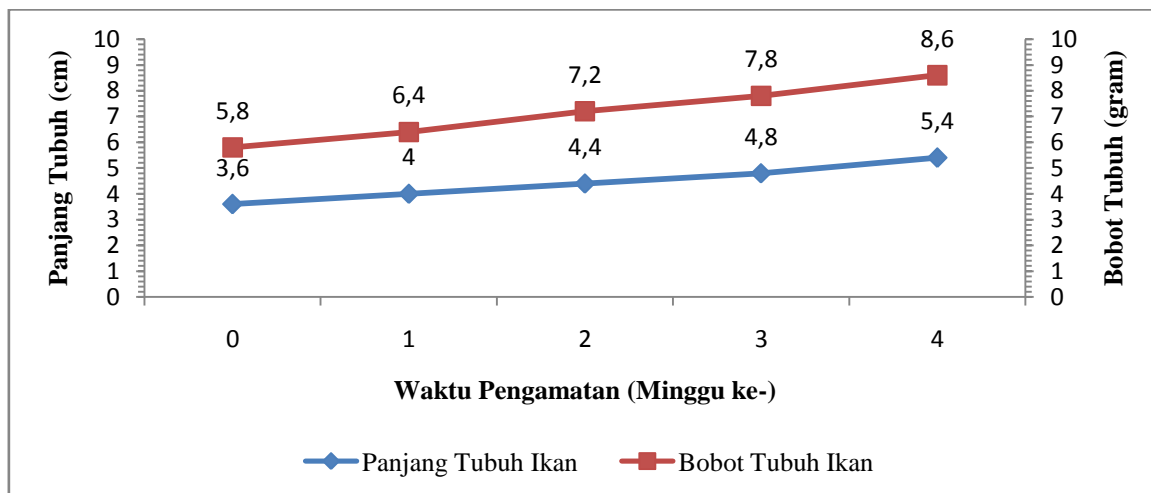
Pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai perubahan ukuran (panjang, berat) ikan pada waktu tertentu atau perubahan kalori yang tersimpan menjadi jaringan somatik dan reproduksi (Wahyuningsih dan Barus 2006). Ikan nila dalam sistem akuaponik tumbuh dengan baik karena bobot dan panjang tubuhnya terus meningkat di setiap minggunya. Kisaran panjang tubuh ikan nila selama penelitian adalah 3,6 – 5,4 cm (Gambar 8). Panjang tubuh ikan yang terus bertambah setiap minggunya disebabkan adanya kelebihan energi dari pakan yang diberikan. Selain itu bahan organik yang terkandung dalam air media pemeliharaan masih

diambang batas toleransi ikan sehingga tidak mengganggu pertumbuhannya.

Pertumbuhan terjadi apabila ada kelebihan energi bebas setelah energi yang tersedia dipakai untuk metabolisme standar, energi untuk proses pencernaan dan energi untuk aktivitas (Gusrina 2008). Tingginya bahan organik dalam media air budidaya dapat berpengaruh terhadap ikan yang dibudidayakan karena ketika dirombak secara anaerob akan dihasilkan senyawa-senyawa yang tidak stabil dan bersifat toksik seperti amonia, metana dan hidrogen sulfida (Effendi 2003).

Bobot Tubuh Ikan

Parameter lain yang diukur selain panjang tubuh ikan nila adalah bobot tubuh. Rata-rata bobot tubuh ikan nila selama penelitian berkisar antara 5,8 – 8,6 gram (Gambar 8). Bobot ikan terus bertambah setiap minggunya. Hal ini menandakan bahwa ikan tumbuh baik dalam media pemeliharaan. Nilai panjang dan bobot tubuh ikan nila selama penelitian ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Nilai Panjang dan Bobot Tubuh Ikan Nila Selama Penelitian

Faktor-faktor yang memengaruhi dalam pertumbuhan ikan adalah dari ikan itu sendiri, lingkungan dan makanan yang diberikan. Pengaruh dari ikan berhubungan dengan kemampuan ikan untuk mencerna makanan dalam setiap tahap pertumbuhannya sedangkan pengaruh dari lingkungan meliputi oksigen, suhu, dan amonia. Konsentrasi oksigen, suhu, dan amonia ini akan memengaruhi kandungan bahan organik dalam

air sehingga konsentrasi karbon organik total dalam air dapat berubah. Konsentrasi oksigen terlarut dalam air media budidaya harus dijaga agar tetap mencukupi kebutuhan ikan yang dipelihara. Pengaruh makanan yang diberikan meliputi komposisi, formulasi, tipe makanan, bentuk makanan dan *feeding level*/tingkat pemberian makan serta frekuensi pemberian makan yang dalam hal ini memengaruhi kemampuan ikan untuk mencerna dan

memanfaatkannya (Handajani dan Widodo 2010). Putri dkk. (2012) menyatakan pakan yang bermutu baik dengan kandungan nutrisi (protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral) dalam komposisi yang tepat dan seimbang dapat membuat ikan memanfaatkan pakan tersebut dengan baik.

Selain itu semakin bertambah bobot ikan maka semakin tinggi pula oksigen yang dikonsumsi. Jika bobot ikan bertambah maka sisa pakan dan kotoran yang dihasilkan pun akan bertambah pula sehingga proses nitrifikasi akan meningkat. Bakteri nitrifikasi memerlukan oksigen untuk mengubah amonia menjadi nitrat. Oleh karena itu masa pemeliharaan ikan selama empat minggu merupakan masa optimum ikan untuk tumbuh karena semakin lama dipelihara maka pertumbuhan ikan pun terus bertambah. Jika ikan dipelihara pada tempat yang sama maka pada usia tertentu ikan perlu disortasi berdasarkan ukuran karena akan membatasi ruang gerak ikan sehingga dapat menghambat pertumbuhannya.

Semakin tinggi padat tebar ikan maka mortalitasnya pun semakin tinggi akibat berdesak-desakkan terutama saat berebut makanan selain itu buangan metabolit dan sisa pakan dalam sistem budidaya akan meningkat (Nugroho *et al.* 2013).

Performa Ikan Nila

Performa pertumbuhan ikan nila dapat dilihat dari tingkat kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan spesifiknya. Pada akhir penelitian ikan yang mati berjumlah 18 ekor sedangkan bobot pada akhir penelitiannya adalah 6,9 gram. Performa ikan nila selama penelitian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Performa Ikan Nila

Parameter	Ikan Nila
<i>Survival rate</i> (SR) (%)	77,4
<i>Specific growth rate</i> (SGR) (%/hari)	10%

Pada Tabel 5 terlihat bahwa tingkat kelangsungan hidup ikan nila yang dipelihara selama penelitian sebesar 77,4 %. Hal ini dapat dipengaruhi oleh ikan itu sendiri dan kondisi lingkungannya. Penyakit yang menjangkiti ikan yang mati selama penelitian adalah jamur. Jamur tersebut ada yang menutupi organ mata, sirip, dan bagian tubuh

lainnya. Kelangsungan hidup ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal.

Faktor internal yang memengaruhi yaitu resistensi terhadap penyakit, pakan dan umur. Faktor eksternal yang memengaruhi yaitu padat tebar, penyakit serta kualitas air (Affandi 2002). Kualitas air merupakan aspek yang penting untuk diperhatikan karena mengandung berbagai bahan kimia yang larut maupun dalam bentuk partikel sehingga dapat memengaruhi ikan yang sedang dibudidayakan (Zonneveld dkk. 1991). Zonneveld dkk. (1991) menyatakan organ yang terinfeksi jamur akan membentuk semacam kapas dan mengelilingi bagian tersebut. Erlania dkk. (2010) menyatakan faktor yang memengaruhi kelangsungan hidup ikan yaitu kualitas benih yang digunakan, transportasi dan penanganan benih, kualitas lingkungan serta penyakit.

Laju pertumbuhan spesifik ikan nila selama penelitian sebesar 10% (Tabel 5). Pada umumnya, ikan mengalami pertumbuhan secara terus menerus sepanjang hidupnya. Pertumbuhan dalam individu ialah pertumbuhan jaringan akibat dari pembelahan sel secara mitosis. Hal ini terjadi apabila ada kelebihan input energi dan asam amino (protein) berasal dari makanan. Laju pertumbuhan ikan ini menunjukkan bahwa ikan dapat memanfaatkan nutrisi yang terdapat dalam pakan untuk diubah menjadi daging dan digunakan sebagai sumber energi. Variasi laju pertumbuhan ikan dipengaruhi faktor luar dan faktor dalam. Faktor-faktor ini ada yang dapat dikontrol dan ada juga yang tidak. Faktor dalam umumnya adalah faktor yang sukar dikontrol, diantaranya ialah keturunan, seks, umur, parasit dan penyakit. Sedangkan faktor luar yang utama mempengaruhi pertumbuhan yaitu suhu air, kandungan oksigen terlarut, amonia, salinitas dan fotoperiod. Faktor-faktor tersebut berinteraksi satu sama lain dan bersama-sama dengan faktor-faktor lainnya seperti kompetisi, jumlah dan kualitas makanan, umur dan tingkat kematian mempengaruhi laju pertumbuhan ikan (Andriani dkk 2017). Berdasarkan hasil pengukuran, kualitas air dalam sistem akuaponik di seluruh perlakuan berada pada kisaran optimum ikan nila sebagai ikan uji. Hal ini terlihat dari pertumbuhan ikan yang terus meningkat setiap minggunya dan performa ikan nila yang diamati.

Hubungan KOT dan Amonia Total terhadap Pertumbuhan Tanaman dan Ikan

Berdasarkan hasil pengukuran memperlihatkan bahwa konsentrasi KOT secara umum menurun dari minggu ke-0 hingga minggu ke-2 namun mengalami peningkatan pada minggu ke-2 hingga minggu ke-4. Sedangkan hasil pengukuran amonia total pada minggu ke-0 hingga minggu ke-2 konsentrasi amonia total mengalami kenaikan namun pada minggu ke-2 hingga minggu ke-4 konsentrasi amonia total menurun. Hal ini berbanding terbalik antara konsentrasi KOT yang terukur dengan amonia total. Adanya perbedaan ini disebabkan konsentrasi KOT yang terukur merupakan bahan organik yang belum mengalami oksidasi berupa bahan organik terlarut atau partikulat. Sedangkan amonia total yang terukur merupakan hasil dekomposisi bahan organik yang berasal dari kotoran dan sisa pakan dari air media pemeliharaan.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Media tanam seluruhnya arang sekam memberikan hasil yang terbaik dalam mengurangi konsentrasi KOT hingga minggu ke-2 penelitian dan menghasilkan pertambahan tinggi serta bobot terbaik yaitu masing-masing sebesar 18,6 cm dan 115,2 gram dibandingkan menggunakan media tanam batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 3:1. Pertambahan tinggi dan bobot selada pada perlakuan batu apung dan arang sekam dengan perbandingan 3:1 yaitu masing-masing sebesar 16,7 cm dan 78,4 gram.
2. Penggunaan media tanam seluruhnya batu apung kurang baik bagi pertumbuhan selada dan perlu dikombinasikan dengan media tanam yang bersifat organik seperti arang sekam. Pertambahan tinggi dan bobot selada pada media tanam seluruhnya batu apung yaitu masing-masing sebesar 13,6 cm dan 44,2 gram.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, R. dan U.M. Tang. 2002. *Fisiologi Hewan Air*. UNRI Press, Pekanbaru: 217 hlm.
- Afrianto, E., E. Liviawaty, Z. Jamaris, dan Hendi. 2015. *Penyakit Ikan*. Penebar Swadaya, Jakarta: 220 hlm.
- Agustin DA, M. Riniarti, Duryat. 2014. Pemanfaatan limbah serbuk gergaji dan arang sekam sebagai media sapih untuk cempaka kuning (*Michelia champaca*), *Jurnal Sylva Lestari*, 2 (3): 49-58.
- Andriani, Y., Y. Dahiyat, Z. Hasan, dan I. Zidni. 2017. The effect of stocking density ratio of fish on water plant productivity in aquaponics culture system, *Jurnal Nusantara Bioscience*, 9 (1): 31-35.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2014. *Laporan Tahunan Direktorat Produksi Tahun 2013*. Kementrian Kelautan Perikanan. Jakarta: 45 hlm.
- Effendi H. 2003. *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*. Kanisius, Yogyakarta. 257 hlm.
- Erlania, Rusmaedi, A. B. Prasetyo, dan J. Haryadi. 2010. Dampak Manajemen Pakan Dari Kegiatan Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Di Keramba Jaring Apung Terhadap Kualitas Perairan Danau Maninjau. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur. 621 – 631.
- Gatari, D. D., dan M. Melati. 2014. Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tempuyung (*Sonchus arvensis* L.) dengan Komposisi Media Tanam yang Berbeda, *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 5 (1): 47-55.
- Gusrina. 2008. *Budidaya Ikan Untuk SMK*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta: 499 hlm.
- Handajani, H. dan W. Widodo. 2010. *Nutrisi Ikan*. Malang: UMM Press.
- Handajani, E. P., Rakhmiati, dan Yatmin. 2008. Pengaruh Sumber Air Penyiraman dan Frekuensi Penyemprotan Insektisida Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan

- Timbal (Pb) Pada Tanaman Selada, *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 10 (2): 66-71.
- Hanum, C. 2008. *Teknik Budidaya Tanaman Jilid 1 Untuk SMK*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta: 167 hlm.
- Hasan, Z., Y. Dhahiyat, Y. Andriani, dan I. Zidni. 2017. Water quality improvement of Nile tilapia and catfish polyculture in aquaponics system, *Jurnal Nusantara Bioscience*, 9 (1): 83-85.
- Indriyanto, F. R. dan Saepullah. 2015. *Limnologi Ilmu tentang Perairan Darat*. Untirta Press. Serang. 168 hlm.
- Junita, F., S. Muhartini dan D. Kastono. 2002. Pengaruh Frekuensi Penyiraman dan Takaran Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Pakchoi. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 9 (1): 37-45.
- Kholifah, F., T. M. Onggo, dan W. Sutari. 2014. Pengaruh berbagai komposisi kompos dalam tiga jenis media pembibitan terhadap pertumbuhan bibit asparagus dalam polibeg. *Jurnal Kultivasi*, 13 (1): 15-22.
- Kordi, M. G. H. K., dan A. B. Tancung. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Rineka Cipta. Jakarta. 210 hlm.
- Manuhuttu, A. P., H. Rehatta, dan J. J. G. Kailola. 2014. Pengaruh Konsentrasi Pupuk Hayati Bioboost Terhadap Peningkatan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa*. L). *Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*, 3 (1): 18 - 27.
- Nugraha, R. A., L. T. Pambudi, D. Chilmawati, dan A. H.C. Haditomo. 2012. Aplikasi Teknologi Aquaponic Pada Budidaya Ikan Air Tawar Untuk Optimalisasi Kapasitas Produksi. *Jurnal Saintek Perikanan*, 8 (1): 46-51.
- Nugroho, A., E. Arini, dan T. Elfitasari. 2013. Pengaruh Kepadatan Yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Arang. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2 (3): 94 – 100.
- Putra, S., A. Arianto, E. Efendi, Q. Hasani, dan H. Yulianto. Efektifitas Kijing Air Tawar (*Pilsbryoconcha Exilis*) Sebagai Biofilter Dalam Sistem Resirkulasi Terhadap Laju Penyerapan Amoniak Dan Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias Gariepinus*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 4 (2): 498-506.
- Putri, F. S., Z. Hasan, dan K. Haetami. 2012. Pengaruh Pemberian Bakteri Probiotik Pada Pelet yang Mengandung Kaliandra (*Calliandraca lothyrus*) Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3 (4): 283-291.
- Rakocy J., R. L. Nelson, dan G. Wilson. 2005. Aquaponic is the Combination of Aquaculture (Fish Farming) and Hydroponic (Growing Plants without Soil). *Aquaponics Journal*. 4 (1): 8-11.
- Roslani, R., Hilman, Y., Hidayat, I.M., dan Sulastrini, I. 2014. Teknik Produksi Umbi Mini Bawang Merah Asal Biji (True Shallot Seed) Dengan Jenis Media Tanam dan Dosis NPK yang Tepat di Dataran Rendah. *Jurnal Hortikultura*. 24 (3): 239-248.
- Rukmana, R. 1997. *Ikan Nila Budidaya dan Aspek Agribisnis*. Kanisius. Deresan, Yogyakarta, Indonesia: 84 hlm.
- SNI. 1999. *Produksi Benih Ikan Nila Kelas Benih Sebar*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta: 13 hlm.
- Wahyuningsih, H. dan T. A. Barus. 2006. *Buku Ajar Ikhtologi*. Sumatera Utara: 112 hlm.
- Yuningsih, H. D., P. Soedarsono, dan S. Anggoro. 2014. Hubungan Bahan Organik Dengan Produktivitas Perairan Pada Kawasan Tutupan Eceng Gondok, Perairan Terbuka Dan Keramba Jaring Apung Di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Journal Of Maquares*, 3 (1): 37-43.